

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
27 mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/045179 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H04L 27/36**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003134

(22) Date de dépôt international :
24 octobre 2003 (24.10.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/13817 5 novembre 2002 (05.11.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **EADS
TELECOM** [FR/FR]; Rue Jean-Pierre Timbaud, Batiment
Jean-Pierre Timbaud, F-78180 Montigny Le Bretonneux
(FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
TOUCHAIS, Sandrine [FR/FR]; 91 bis, rue de Paris,
f-91400 Orsay (FR). **CHECOURY, Xavier** [FR/FR]; 7,
rue des Cottages, F-75018 Paris (FR).

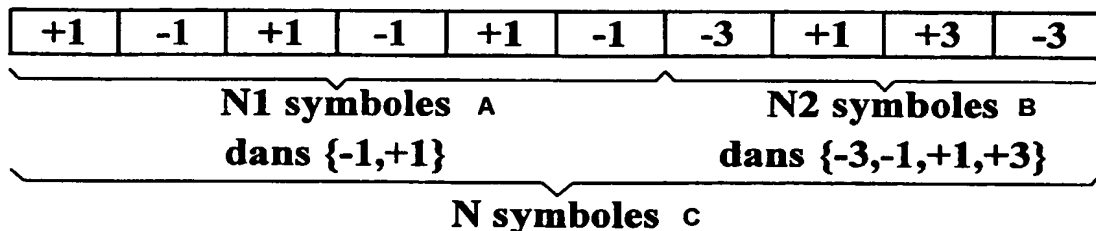
(74) Mandataires : **VERDURE, Stéphane**, etc.; Cabinet
Plasseraud, 65/67, rue de la Victoire, f-75440 Paris cedex
9 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TRAINING SEQUENCE FOR LINEARIZING AN RF AMPLIFIER

(54) Titre : SEQUENCE D'APPRENTISSAGE POUR LA LINEARISATION D'UN AMPLIFICATEUR RF



A...N1 SYMBOLS IN {-1,+1}
B...N2 SYMBOLS IN {-3,-1,+1,+3}
C...N SYMBOLS

(57) Abstract: Disclosed is a linearization training sequence that is transmitted by means of a radio frequency transmitter which is comprised in a mobile terminal or a base station of a radiocommunication system and transmits bursts according to a specific frame structure. Said sequence comprises a specific number N of symbols which are part of a specific alphabet of symbols, N being a specific whole number. At least one specific number N1 of symbols of the sequence that is transmitted first is part of a sub-alphabet of symbols, which is contained in the alphabet of symbols, N1 being a specific whole number that is smaller than or equal to N. The sub-alphabet of symbols consists of individual or a combination of symbols that provide the burst within which the sequence is transmitted with a narrower spectrum than the alphabet of symbols as a whole.

(57) Abrégé : Une séquence d'apprentissage de linéarisation est destinée à être émise au moyen d'un émetteur radiofréquence qui est compris dans un terminal mobile ou une station de base d'un système de radiocommunications, et qui est adapté pour émettre des salves selon une structure de trame déterminée. La séquence comprend un nombre déterminé N de symboles, où N est un nombre entier déterminé, ces symboles appartenant à un alphabet de symboles déterminé. Au moins un nombre déterminé N1 de symboles de la séquence transmis en premier, où N1 est un nombre entier déterminé inférieur ou égal à N, appartiennent à un sous-alphabet de symboles compris dans l'alphabet de symboles. Ce sous-alphabet de symboles est constitué de symboles qui, isolément ou en combinaison, donnent à la salve dans laquelle la séquence est émise un spectre plus étroit que l'alphabet de symboles dans son ensemble.

BEST AVAILABLE COPY



(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

- *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

- *avec rapport de recherche internationale*
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.



SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE POUR LA LINÉARISATION D'UN AMPLIFICATEUR RF

La présente invention concerne la linéarisation des amplificateurs de puissance radiofréquence (RF). Elle trouve des applications, en particulier, dans les émetteurs RF des terminaux mobiles des systèmes de radiocommunications numériques. Elle peut aussi s'appliquer dans les
5 émetteurs RF des stations de base en particulier lors du premier démarrage d'une telle station.

Dans les systèmes de radiocommunication numériques actuels, on cherche à transmettre des informations avec un débit maximal dans une bande de fréquence RF donnée qui est affectée à un canal de transmission (ci-après
10 canal radio). Pour ce faire, les modulations utilisées depuis quelques années comportent une composante de modulation de phase ou de fréquence et une composante de modulation d'amplitude.

De plus, des canaux radio coexistent dans une bande de fréquence déterminée allouée au système. Chaque canal radio est subdivisé en canaux
15 logiques par division de temps. Dans chaque intervalle de temps ("Time Slot" en anglais), il est émis un groupe de symboles appelé salve ou paquet ("Burst" en anglais).

Il est nécessaire de veiller à ce que, à chaque instant, le niveau de puissance émis dans chaque canal radio ne brouille pas les communications
20 dans un canal radio adjacent. Ainsi, des spécifications imposent que le niveau de puissance d'un signal RF émis dans un canal radio déterminé soit, dans un canal radio adjacent, inférieur par exemple de 60 dB (décibels), au niveau de puissance du signal RF émis dans ledit canal radio déterminé.

Il s'avère donc nécessaire que le spectre du signal à émettre, qui résulte notamment du type de la modulation employée et du débit binaire, ne
25 soit pas déformé par l'émetteur RF. En particulier, il faut que l'émetteur RF présente une caractéristique de la puissance de sortie en fonction de la puissance d'entrée, qui soit linéaire.

Toutefois, l'amplificateur de puissance radiofréquence (ci-après
30 amplificateur RF) présent dans l'émetteur RF a une caractéristique linéaire à faible puissance de sortie mais non linéaire dès que la puissance dépasse un

certain seuil. On sait aussi que le rendement de l'amplificateur RF est d'autant meilleur que l'on travaille dans une zone proche de la saturation c'est-à-dire en régime non linéaire. Ainsi la nécessité de linéarité et la nécessité de rendement élevé (pour économiser la charge de la batterie) obligent à utiliser des techniques de linéarisation pour corriger les non-linéarités de l'amplificateur RF. Deux des techniques les plus couramment employées sont la prédistorsion adaptative en bande de base et la boucle cartésienne en bande de base.

Dans la technique de la boucle cartésienne, le signal à émettre est généré en bande de base au format I et Q. Par ailleurs, un coupleur suivi d'un démodulateur permettent de prélever une partie du signal RF émis et de le transposer en bande de base (conversion descendante), au format I et Q. Ce signal en bande de base est comparé au signal en bande de base à émettre. Un signal d'erreur résultant de cette comparaison attaque un modulateur, qui assure la transposition vers le domaine des radiofréquences (conversion montante). Le signal en sortie du modulateur est amplifié par un amplificateur RF qui délivre le signal RF émis.

Dans la technique de prédistorsion adaptative en bande de base, le signal à émettre est généré en bande de base, en format I et Q, et pré-distordu via un dispositif de prédistorsion. Puis, ce signal est transposé vers le domaine RF grâce à un modulateur RF. Ensuite, il est amplifié dans un amplificateur RF. Un coupleur suivi d'un démodulateur RF permettent de prélever une partie du signal RF émis et de le transposer en bande de base, au format I, Q. Ce signal démodulé en bande de base est numérisé et comparé avec le signal en bande de base à émettre. Une adaptation des coefficients de prédistorsion, réalisée pendant une phase d'apprentissage du dispositif de prédistorsion, permet de faire converger le signal au format I et Q démodulé vers le signal au format I et Q à émettre.

Dans ces deux techniques, une partie du signal émis est prélevée en sortie de l'amplificateur RF afin de le comparer au signal à émettre. Il en résulte que la linéarité n'est pas obtenue immédiatement mais seulement après un certain temps, nécessaire à la convergence du dispositif de linéarisation. Le signal émis a, durant une période correspondant à la phase d'apprentissage du dispositif de linéarisation, un spectre élargi par les non-linéarités non corrigées.

Il peut ne pas respecter les contraintes sur le spectre des signaux émis. Cette remarque s'applique certes plus à la prédistorsion adaptative qu'à la boucle cartésienne, même si cette dernière nécessite, pour assurer sa stabilité, des ajustements initiaux de phase et de niveaux d'amplitude assimilable à un apprentissage.

Plusieurs méthodes ont été proposées dans l'art antérieur pour remédier à ce problème.

La méthode divulguée dans le document WO 94/10765, repose sur l'émission par les émetteurs du système de séquences particulières, dites séquences d'apprentissage de linéarisation, pendant des phases d'apprentissage de linéarisation. Plus particulièrement, des séquences d'apprentissage sont émises de façon isolée dans des intervalles de temps formant un canal logique particulier des canaux radio, qui est dédié uniquement à la linéarisation. Comme tous les émetteurs du système émettent leur séquence d'apprentissage respective en même temps, les communications ne sont pas perturbées par les interférences entre les canaux radio qui peuvent éventuellement se produire à ce moment. Il n'est donc pas nécessaire d'empêcher les interférences entre les canaux radio du système.

Cependant cette méthode présente plusieurs inconvénients. Tout d'abord, elle nécessite une synchronisation préalable de tous les émetteurs pour que ceux-ci émettent leur séquence d'apprentissage de linéarisation respective dans le canal logique dédié à la linéarisation. De plus, aucune transmission de données ne peut avoir lieu dans les intervalles de temps de ce canal logique. En outre, au début de chaque émission ou en cas de changement de canal radio, l'émetteur est obligé d'attendre l'intervalle de temps suivant du canal logique dédié à la linéarisation, à moins de complexifier considérablement le système. C'est pourquoi l'espacement temporel entre deux intervalles de temps dudit canal logique ne peut dépasser la seconde, afin de garantir une certaine qualité de service (QoS). Cette technique est donc très préjudiciable à l'efficacité spectrale du système de radiocommunication. Enfin, puisqu'aucune précaution particulière n'est prise pour éviter l'émission hors bande pendant les phases d'apprentissage de linéarisation, cette

technique peut générer des interférences pour les émetteurs des autres systèmes de radiocommunications, qui ne s'y conforment pas.

Une autre méthode, divulguée dans le document US 5,748,678, prévoit d'utiliser pendant les phases d'apprentissage de linéarisation un second
5 modulateur ayant un débit deux fois moindre que le modulateur normalement utilisé pour la transmission de données utiles. Ce second modulateur génère un signal qui possède, la même profondeur de modulation d'amplitude mais une largeur spectrale divisée par deux, par rapport aux signaux émis en dehors des phases d'apprentissage de linéarisation. Ceci permet d'éviter de brouiller
10 les canaux radio adjacents par les signaux non corrigés des non-linéarités qui sont émis durant les phases d'apprentissage de linéarisation.

Cependant cette méthode est assez complexe à mettre en œuvre car elle nécessite un second modulateur, ainsi que des filtres associés ou l'utilisation de filtres adaptatifs. Ce second modulateur sert uniquement durant
15 les phases d'apprentissage de linéarisation, c'est-à-dire pendant une très faible fraction du temps. En effet, lorsque l'amplificateur a été linéarisé initialement, il suffit de corriger d'éventuelles dérives de ses caractéristiques. Les dispositifs de linéarisation du type évoqué en introduction peuvent s'en charger au cours de la transmission de données utiles (au débit normal). Le surcoût lié à ce
20 second modulateur correspondant est donc peu justifié.

Afin de pallier les inconvénients de l'art antérieur précité, un premier aspect de l'invention concerne un procédé d'apprentissage d'un dispositif de linéarisation d'un amplificateur radiofréquence qui est compris dans un émetteur radiofréquence d'un premier équipement d'un système de
25 radiocommunications, lequel émetteur est adapté pour émettre des salves selon une structure de trame déterminée, chaque salve comprenant des symboles appartenant à un alphabet de symboles déterminé. Le procédé comprend les étapes consistant à :

- a) générer une séquence d'apprentissage de linéarisation comprenant
30 un nombre déterminé N de symboles, où N est un nombre entier déterminé ;
- b) émettre la séquence d'apprentissage de linéarisation au moyen de l'émetteur radiofréquence, dans certaines au moins des salves émises par celui-ci ;

c) comparer la séquence d'apprentissage de linéarisation émise à la séquence d'apprentissage de linéarisation générée afin d'entraîner ledit dispositif de linéarisation.

Avantageusement, au moins un nombre déterminé N_1 de symboles de la séquence d'apprentissage de linéarisation transmis en premier, où N_1 est un nombre entier déterminé inférieur ou égal à N , appartiennent à un sous-alphabet de symboles compris dans ledit alphabet de symboles, ledit sous-alphabet de symboles étant constitué de symboles qui, isolément ou en combinaison, donnent à la salve un spectre plus étroit que ledit alphabet de symboles dans son ensemble.

Par sous-alphabet, on entend une partie de l'alphabet considéré. Dit autrement, si l'alphabet comprend un nombre déterminé M de symboles (alphabet M -aire), le sous-alphabet ne comprend qu'un nombre déterminé M_1 de ces symboles (sous-alphabet M_1 -aire) où M et M_1 sont des nombres entiers tels que M_1 est inférieur à M . Les M_1 symboles du sous-alphabet sont choisis de manière à donner au signal RF qui est émis un spectre plus étroit que celui donné par les M symboles de l'alphabet dans son ensemble.

Ledit premier équipement peut être un terminal mobile ou une station de base du système de radiocommunications.

Un deuxième aspect de l'invention concerne un dispositif d'apprentissage d'un dispositif de linéarisation d'un amplificateur radiofréquence qui est compris dans un émetteur radiofréquence d'un premier équipement d'un système de radiocommunications, lequel émetteur est adapté pour émettre des salves selon une structure de trame déterminée, chaque salve comprenant des symboles appartenant à un alphabet de symboles déterminé. Le dispositif comprend :

a) des moyens pour générer une séquence d'apprentissage de linéarisation comprenant un nombre déterminé N de symboles, où N est un nombre entier déterminé ;

b) des moyens pour émettre la séquence d'apprentissage de linéarisation au moyen de l'émetteur dans certaines au moins des salves émises par celui-ci ;

c) des moyens pour comparer la séquence d'apprentissage de linéarisation émise à la séquence d'apprentissage de linéarisation générée afin d'entraîner ledit dispositif de linéarisation.

Avantageusement, au moins un nombre déterminé N_1 de symboles de la séquence d'apprentissage de linéarisation transmis en premier, où N_1 est un nombre entier déterminé inférieur ou égal à N , appartiennent à un sous-alphabet de symboles compris dans ledit alphabet de symboles, ledit sous-alphabet de symboles étant constitué de symboles qui, isolément ou en combinaison, donnent à la save un spectre plus étroit que ledit alphabet de symboles dans son ensemble.

Un troisième aspect de l'invention concerne un terminal mobile d'un système de radiocommunications, comprenant un émetteur radiofréquence ayant un amplificateur radiofréquence et un dispositif de linéarisation de l'amplificateur radiofréquence, qui comprend en outre un dispositif d'apprentissage du dispositif de linéarisation selon le deuxième aspect.

Un quatrième aspect de l'invention concerne une station de base d'un système de radiocommunications comprenant un émetteur radiofréquence ayant un amplificateur radiofréquence et un dispositif de linéarisation de l'amplificateur radiofréquence, qui comprend en outre un dispositif d'apprentissage du dispositif de linéarisation selon le troisième aspect.

Un cinquième aspect concerne une séquence d'apprentissage de linéarisation destinée à être émise au moyen d'un émetteur radiofréquence d'un terminal mobile ou d'une station de base d'un système de radiocommunications, lequel émetteur est adapté pour émettre des salves selon une structure de trame déterminée. La séquence comprend un nombre déterminé N de symboles, où N est un nombre entier déterminé, ces symboles appartenant à un alphabet de symboles déterminé.

Avantageusement, au moins un nombre déterminé N_1 de symboles de la séquence d'apprentissage de linéarisation transmis en premier, où N_1 est un nombre entier déterminé inférieur ou égal à N , appartiennent à un sous-alphabet de symboles compris dans ledit alphabet de symboles, ledit sous-alphabet de symboles étant constitué de symboles qui, isolément ou en combinaison, donnent à la save dans laquelle la séquence d'apprentissage de

linéarisation est émise un spectre plus étroit que ledit alphabet de symboles dans son ensemble.

L'objet de l'invention est donc atteint en utilisant une séquence d'apprentissage particulière qui permet au signal RF émis de conserver, pendant la phase d'apprentissage de linéarisation, une largeur spectrale compatible avec les performances recherchées sans contrainte particulière sur les instants où cet apprentissage est réalisé ni sur la complexité de l'émetteur. Le débit binaire pendant la phase d'apprentissage de linéarisation peut être le même que celui en dehors de cette phase.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un exemple de terminal mobile selon l'invention ;

- la figure 2 est un tableau illustrant un exemple de modulation de données basée sur un alphabet de symboles quaternaire ;

- la figure 3 et la figure 4 sont des graphes illustrant l'effet du choix des symboles de la séquence d'apprentissage sur le spectre du signal RF correspondant respectivement en entrée et en sortie de l'amplificateur RF ;

- la figure 5 est un schéma illustrant un exemple de séquence d'apprentissage de linéarisation selon l'invention ;

- la figure 6 et la figure 7 sont des schémas illustrant des exemples de salves émises par le terminal mobile, pouvant incorporer une séquence d'apprentissage de linéarisation selon l'invention.

A la figure 1, on a représenté schématiquement les moyens d'un exemple de terminal mobile selon l'invention. Un tel terminal mobile appartient par exemple à un système de radiocommunications qui comprend par ailleurs un réseau fixe ayant des stations de base.

Le terminal comprend une chaîne d'émission 100, une chaîne de réception 200, une unité de commande 300, une mémoire permanente 400, ainsi qu'un dispositif 500 de commande automatique de gain (CAG) associé à un récepteur RF de la chaîne de réception 200.

La chaîne d'émission 100 comprend une source de données utiles 10, par exemple un codeur de parole délivrant des données codant de la voix. La source 10 est couplée à un modulateur de données M-aire 20 qui assure la modulation en bande de base des données à émettre selon une modulation à

5 M états distincts, où M est un nombre entier déterminé. Les données binaires qu'il reçoit de la source 10 sont traduites par le modulateur 20 en des symboles appartenant à un alphabet M-aire c'est-à-dire comprenant M symboles distincts. La sortie du modulateur 20 est couplée à l'entrée d'un émetteur radiofréquence 30. A partir de la suite des symboles reçus, l'émetteur 30

10 produit un signal RF convenant pour l'émission radioélectrique via une antenne ou un câble. La sortie de l'émetteur 30 est couplée à une antenne d'émission/réception 40 via un commutateur 41. Ainsi le signal RF produit par l'émetteur est émis sur le canal radio associé à l'émetteur.

La chaîne de réception 200 comprend un récepteur radiofréquence 50

15 qui est couplé à l'antenne 40 via le commutateur 41, pour recevoir un signal RF. Le récepteur 50 assure la transposition du domaine RF vers la bande de base (conversion descendante). A cet effet, il comprend un amplificateur à gain variable 59 qui a pour fonction de compenser les variations de puissance sur l'antenne 40 (qui peuvent être rapides) afin que le reste de la chaîne de

20 réception traite un signal ayant un niveau de puissance sensiblement constant, ce qui assure de bonnes performances. La chaîne de réception 200 comprend aussi un démodulateur de données M-aire 60, couplé au récepteur 50. Le démodulateur de données 60 assure en bande de base la démodulation des données du signal reçu c'est-à-dire l'opération inverse de celle assurée par le

25 modulateur 20. Enfin, la chaîne de réception 200 comprend un dispositif consommateur de données 70, tel qu'un décodeur de parole, qui est couplé au démodulateur 60. Ce dispositif reçoit en entrée les données binaires délivrées par le démodulateur 60.

L'unité 300 est par exemple un microprocesseur ou un microcontrôleur

30 qui assure la gestion du terminal mobile. Notamment, elle commande le modulateur de données 20, le démodulateur de données 60, l'émetteur 30 et le commutateur 41. Elle génère aussi des données de signalisation qui sont fournies au modulateur 20 pour être émises dans des canaux logiques de

signalisation appropriés. A l'inverse, l'unité 300 reçoit du démodulateur de données 60 des données de signalisation envoyées par le réseau fixe dans des canaux logiques de signalisation appropriés, notamment des informations de synchronisation et des commandes de fonctionnement.

5 La mémoire 400, est par exemple une mémoire ROM (« Read Only Memory »), EPROM (« Electrically Programable ROM ») ou Flash-EPROM, dans laquelle sont stockées des données qui sont utilisées pour le fonctionnement du terminal mobile. Ces données comprennent notamment une séquence d'apprentissage de linéarisation sur laquelle on reviendra plus loin.

10 On va maintenant décrire en détail un exemple de réalisation de l'émetteur 30. Dans cet exemple, l'émetteur 30 comprend un amplificateur de puissance radiofréquence 31, un modulateur radiofréquence 32 qui assure la transposition de la bande de base vers le domaine radiofréquence (conversion montante), un dispositif de linéarisation 33, un module d'apprentissage 34
15 associé au dispositif de linéarisation.

La sortie de l'amplificateur de puissance 31 délivre le signal RF à émettre. C'est pourquoi elle est couplée à l'antenne 40 via le commutateur 41. L'entrée de l'amplificateur de puissance 31 reçoit un signal radiofréquence délivré par la sortie du modulateur radiofréquence 32. L'entrée de celui-ci est
20 couplée à la sortie du modulateur de données 20 pour recevoir la suite des symboles formant le signal en bande de base à émettre, à travers le dispositif de linéarisation 33. Ce dernier comprend par exemple un dispositif de prédistorsion comprenant une palette (« look-up table » en anglais) qui traduit chaque valeur du signal à émettre en une valeur pré-distordue. En variante ou
25 en complément, le dispositif 33 peut aussi comprendre des moyens d'asservissement en amplitude du signal en sortie de l'émetteur 30.

Le module d'apprentissage 34 réalise l'apprentissage du dispositif de linéarisation 33 en fonction d'un signal d'entrée qui reflète le signal RF délivré par la sortie de l'amplificateur de puissance 31. A cet effet, le module 34 reçoit
30 une partie de ce signal RF, qui est prélevée en sortie de l'amplificateur de puissance 31 au moyen d'un coupleur 36. En tant que de besoin, le module 34 assure le retour en bande de base du signal RF ainsi prélevé. Bien qu'étant représenté entièrement à l'intérieur de l'émetteur 30, le module 34 peut, au

moins en partie, être mis en œuvre par des moyens appartenant à l'unité de commande 300, notamment des moyens logiciels.

Enfin, le dispositif de commande automatique de gain 500 permet, sous la commande de l'unité de commande 300 de faire varier dynamiquement le gain de l'amplificateur à gain variable 59 du récepteur RF 50, en fonction d'informations qui sont reçues du réseau fixe, selon un procédé connu en lui-même. En vertu de ce procédé, la station de base du réseau fixe avec laquelle le terminal communique, émet à des instants déterminés une séquence déterminée, appelée séquence de CAG. Cette séquence est connue de et reconnaissable par le terminal mobile. Elle lui permet de mesurer la puissance du signal reçu de la station de base et d'en déduire une commande du gain de l'amplificateur 59. Ce procédé est mis en œuvre dans le terminal mobile par le dispositif 500 sous la commande de l'unité 300.

Selon un procédé symétrique, il est prévu que l'émetteur 30 émette une séquence de CAG, pour permettre la commande dynamique, par la station de base, du gain d'un amplificateur à gain variable compris dans un récepteur RF de la station de base. Cette séquence est connue de et reconnaissable par la station de base. Elle permet à la station de base de mesurer la puissance du signal reçu du terminal mobile et d'en déduire une commande du gain de l'amplificateur à gain variable du récepteur RF de la station de base.

Dans un exemple de mise en œuvre de l'invention, le modulateur de données 20 applique une modulation dite F4FM (de l'anglais "Filtered 4-state Frequency Modulation"), qui est une modulation propriétaire mais est en cours de normalisation auprès de la TIA (Telecommunications Industry Association). C'est une modulation à 4 états ou modulation quaternaire, c'est-à-dire une modulation M-aire où M est ici égal à 4. Lorsque le débit du modulateur 20 est égal à 8 kilo-symboles/s, la transmission de 8 symboles dure 1 ms (milliseconde). Dit autrement, la transmission d'un symbole dure 125 μ s (microseconde).

Le tableau de la figure 2 donne la correspondance entre données binaires et symboles, qui est appliquée par la modulation F4FM. Chaque symbole correspond à deux bits de données. L'alphabet de symboles est composé de quatre symboles notés -3, -1, +1 et +3. On note $\{-3, -1, +1, +3\}$ cet

alphabet quaternaire. Lorsqu'un signal à émettre est généré à partir des symboles de cet alphabet, le signal RF a un spectre de largeur déterminée. Parmi ces symboles, les symboles notés -1 et +1 forment un sous-alphabet qui, lorsqu'il est seul utilisé pour la génération du signal à émettre, donne au signal RF correspondant un spectre de largeur réduite par rapport à ladite largeur déterminée. On note $\{-1, +1\}$ ce sous-alphabet. C'est un sous-alphabet M1-aire, avec $M1=2$, dont tous les symboles appartiennent à l'alphabet complet $\{-3, -1, +1, +3\}$. D'après une caractéristique de la modulation F4FM, les symboles du sous-alphabet $\{-1, +1\}$ sont aussi ceux qui induisent la profondeur de modulation d'amplitude la plus faible.

Le modulateur radiofréquence 32 assure la transposition du signal à émettre sur une fréquence porteuse à environ 400 MHz (mégahertz) ou environ 800 MHz, dans un canal radio de largeur égale par exemple à 8 kHz (kilohertz). Les différents canaux radio du système sont espacés par exemple de 12,5 kHz. Chaque canal radio est subdivisé en canaux logiques de trafic ou de signalisation par division de temps. Dans chaque intervalle de temps, il est émis une salve selon une structure de trame déterminée qu'il n'est pas utile de détailler ici.

On va maintenant décrire le fonctionnement du terminal mobile pendant une phase d'apprentissage, par le dispositif 34, du dispositif de linéarisation 33. Bien que cela ne soit pas mentionné à chaque fois dans ce qui suit, il est bien entendu que les termes "phase d'apprentissage" et les termes "séquence d'apprentissage" se rapportent à l'apprentissage du dispositif de linéarisation 33 effectué par le dispositif d'apprentissage 34 sous la commande de l'unité 300.

Le procédé d'apprentissage du dispositif 33 comprend une étape consistant à générer une séquence d'apprentissage comportant un nombre N déterminé de symboles, où N est un nombre entier. Cette étape est réalisée par le modulateur de données 20 sous la commande de l'unité de commande 300. A cet effet, l'unité 300 lit une séquence correspondante de $2 \times N$ bits dans la mémoire 400.

Ensuite, toujours sous la commande de l'unité 300, la séquence d'apprentissage est émise au moyen de l'émetteur 30 dans certaines au moins des salves émises par celui-ci, selon la structure de trame du système.

Le dispositif d'apprentissage 34 obtient alors la séquence d'apprentissage émise et la compare à la séquence d'apprentissage générée, et effectue en conséquence des actions telles que des adaptations de coefficients de prédistorsion ou autres du dispositif de linéarisation 33, selon un algorithme d'apprentissage déterminé. Cet algorithme peut être adaptatif. On parle d'entraînement pour désigner ces opérations.

Sur le graphe de la figure 3, on a représenté le spectre d'une salve émise dans un canal radio déterminé, en dehors de la phase d'apprentissage, dans trois cas différents. Dans le premier cas, correspondant à la courbe 1, seuls les symboles du sous-alphabet $\{-1,+1\}$ sont utilisés. Dans le deuxième cas, correspondant à la courbe 2, une majorité des symboles utilisés appartiennent au sous-alphabet $\{-1,+1\}$, les autres appartenant à l'alphabet $\{-3,-1,+1,+3\}$ exclu du sous-alphabet $\{-1,+1\}$ (c'est-à-dire au sous-alphabet $\{-3,+3\}$ formé des symboles -3 et $+3$). Enfin, dans le troisième cas, correspondant à la courbe 3, les symboles sont répartis sensiblement uniformément dans l'alphabet complet $\{-3,-1,+1,+3\}$. On observe que le spectre est d'autant plus étroit que le nombre des symboles qui appartiennent au sous-alphabet $\{-1,+1\}$ est élevé. Dans chaque cas, le spectre est centré sur la fréquence centrale F_0 du canal radio.

Sur le graphe de la figure 4, les mêmes courbes correspondent à des mesures effectuées en sortie de l'amplificateur de puissance 31 non linéarisé, c'est-à-dire par exemple au début de la phase d'apprentissage. L'observation ci-dessus est toujours valable. En outre, on observe également, en comparant les deux figures, que dans chaque cas le spectre est plus large à la figure 4 qu'à la figure 3. Ceci provient des non-linéarités de l'émetteur radiofréquence 30, notamment de l'amplificateur de puissance 31. Cet élargissement du spectre peut impliquer le brouillage des canaux radio adjacents, pendant la phase d'apprentissage.

Il en résulte que, pour respecter les contraintes spectrales pendant la phase d'apprentissage, une première partie au moins de la séquence

d'apprentissage est avantageusement générée à partir du sous-alphabet $\{-1, +1\}$. De cette manière, le signal RF correspondant présente un spectre de largeur minimale. Lorsque le système est bien dimensionné, ceci permet de ne pas perturber les canaux radio adjacents pendant la phase d'apprentissage et notamment pendant le laps de temps initial où l'algorithme d'apprentissage n'a pas encore convergé.

La séquence qui donne un tel spectre est obtenue par simulation ou par mesure de toute la chaîne d'émission. Il se peut, comme dans l'exemple considéré ici, que cette séquence implique que la profondeur de modulation d'amplitude soit également réduite. Il se peut même que cette réduction ait des effets néfastes sur les résultats de l'algorithme de linéarisation et qu'ainsi la séquence choisie ne convienne pas. C'est pourquoi, il peut être nécessaire d'ajouter une contrainte sur la profondeur de modulation d'amplitude en ce qui concerne le choix de la séquence d'apprentissage, afin d'obtenir un compromis entre l'élargissement spectral dû aux non-linéarités de l'amplificateur de puissance (à minimiser) et la profondeur de modulation d'amplitude induite par cette séquence (à maximiser). Ces contraintes sont variables en fonction de l'amplificateur de puissance utilisé dans la chaîne d'émission. Une méthode possible permettant de choisir cette séquence est de se livrer à une optimisation numérique sur le choix de N symboles de la séquence. La chaîne d'émission est prise avec tous ses défauts sans linéarisation particulière. Cette séquence étant généralement courte (de l'ordre d'une dizaine de symboles), l'optimisation peut être une recherche exhaustive des N symboles permettant de respecter les contraintes que l'on souhaite à la fois sur la largeur spectrale et sur la profondeur de modulation d'amplitude.

Il est aussi possible de prévoir une évolution de la valeur de la profondeur de modulation d'amplitude au cours de la phase d'apprentissage (entre le début et la fin de la séquence d'apprentissage), dans le cas où l'algorithme d'apprentissage est adaptatif. En effet, les perturbations engendrées par l'élargissement spectral du signal diminuent au fur et à mesure de la convergence de l'algorithme, et il devient alors possible de relâcher un peu la contrainte spectrale pour augmenter la profondeur de modulation d'amplitude du signal RF émis.

Dans un exemple, si l'on a choisi les N_1 symboles émis en premier en les sélectionnant à l'intérieur du sous-alphabet $\{-1,+1\}$, on peut choisir les N_2 symboles émis en dernier de telle manière que certains au moins d'entre eux appartiennent à l'alphabet de symboles $\{-3,-1,+1,+3\}$ exclu ledit sous-alphabet de symboles $\{-1,+1\}$, c'est-à-dire au sous-alphabet complémentaire $\{-3,+3\}$, où N_1 et N_2 sont des nombres entiers inférieurs à N tels que N_1 et N_2 soit inférieur ou égal à N . Lors de l'émission de ces N_2 autres symboles, c'est-à-dire après avoir fait fonctionner l'algorithme d'apprentissage du dispositif de linéarisation 33 sur les N_1 symboles émis en premier, la chaîne d'émission est déjà linéarisée de manière approximative. La linéarisation n'est certes pas totale mais permet alors d'utiliser d'autres symboles générant un signal RF de plus grande excursion d'amplitude tout en respectant les contraintes de largeur spectrale.

De préférence, on peut faire en sorte qu'une majorité voire la totalité de ces N_2 autres symboles appartienne au sous-alphabet $\{-3,+3\}$ qui, selon une propriété de la modulation F4FM, produisent une profondeur de modulation d'amplitude plus importante. Dans le cas d'une autre modulation, il peut être préférable de tendre vers une distribution sensiblement uniforme des symboles dans l'alphabet complet.

Dans un exemple, $N_1+N_2=N$. Bien entendu, N_1+N_2 peut être inférieur à N , ce qui permet de prévoir d'autres symboles émis entre lesdits N_1 symboles émis en premier et lesdits N_2 symboles émis en dernier, en produisant des effets intermédiaires en terme de largeur spectrale et de profondeur de modulation d'amplitude.

On peut noter que pour toute modulation, il est possible de trouver une séquence de signal de longueur N fixée dont les caractéristiques répondent à des contraintes imposées en terme de largeur spectrale, de profondeur de modulation d'amplitude, et/ou autres.

On peut aussi noter que la convergence des algorithmes connus d'apprentissage des dispositifs de linéarisation est assez rapide. Il s'ensuit qu'une recherche exhaustive de la séquence optimale par simulation sur ordinateur peut être effectuée sans problème.

Le schéma de la figure 5 illustre un exemple de séquence d'apprentissage selon les principes présentés ci-dessus. Dans cet exemple, l'alphabet de symboles complet est l'alphabet quaternaire $\{-3, -1, +1, +3\}$ de la modulation F4FM. Dit autrement, M est égal à 4. Par ailleurs, M1 est égal à 2, le sous-alphabet donnant au signal RF un spectre réduit étant $\{-1, +1\}$, N est égal à 10, N1 est égal à 6, et N2 est égal à 4. Les N1 symboles émis en premiers sont par exemple les symboles +1, -1, +1, -1, +1, et -1, successivement et dans cet ordre. Le signal émis a alors un spectre de largeur minimale, mais la profondeur de modulation d'amplitude reste limitée puisque tous les symboles de l'alphabet quaternaire ne sont pas utilisés. Afin de tenir compte de la profondeur de modulation d'amplitude réelle d'une séquence de données utiles, pour la convergence de l'algorithme d'apprentissage, il suffit d'élargir légèrement le spectre sur la fin de la séquence d'apprentissage et de choisir par exemple les N2 symboles émis en dernier dans l'alphabet complet.

Les N2 symboles émis en dernier sont par exemple les symboles -3, +1, +3, et -3, successivement et dans cet ordre. Dans cet exemple, la séquence complète est donc formée des symboles +1, -1, +1, -1, +1, -1, -3, +1, +3, et -3 successivement et dans cet ordre.

Des phases d'apprentissage peuvent être effectuées de façon périodique ou autre. D'autres contraintes peuvent devoir être prises en compte après la phase d'apprentissage initiale, lorsqu'il convient juste de corriger des dérives de l'émetteur. La séquence d'apprentissage peut donc évoluer tant en contenu qu'en longueur. Le nombre N n'est donc pas forcément fixé d'une émission de la séquence d'apprentissage à une autre. Si une augmentation de la taille de la séquence pose des problèmes (par exemple si la structure de trame est peu flexible), on peut fixer la taille N de la séquence et juste modifier son contenu en fonction de l'évolution des contraintes sur le système.

Le schéma de la figure 6 illustre un exemple de salve. Dans cet exemple, la salve a une durée égale à 20 ms. Elle comprend tout d'abord une rampe de montée 51 ("ramping-up" en anglais) de 625 μ s, comprenant cinq symboles de bourrage, pour assurer la montée en puissance. Par symboles de bourrage, on entend que les données binaires transmises dans cette rampe de montée sont des bits de bourrage c'est-à-dire, par exemple, une suite de 0.

Elle comprend ensuite une séquence de données de synchronisation 52 dont la durée est égale à 5 ms environ. Ensuite, elle comprend une séquence de données utiles 53. Les données utiles peuvent être des données codant de la voix et plus généralement des données de trafic, ou des données de signalisation selon que la salve est émise sur un canal logique de trafic ou un canal logique de signalisation, respectivement. Elle comprend enfin une rampe de descente 54, ayant à nouveau cinq symboles de bourrage pour la descente en puissance. Eventuellement, un temps de garde est en outre prévu après l'émission d'une salve, afin de garantir le retour à la réception de l'émetteur.

10 Selon un premier mode de mise en œuvre, la séquence d'apprentissage peut remplacer les données utiles des salves à l'intérieur desquelles elle est émise.

Afin ne pas trop complexifier la structure de trame, et notamment d'éviter de réserver un intervalle de temps spécifique pour l'apprentissage du

15 dispositif de linéarisation 33, la séquence de linéarisation peut n'occuper la place que d'une partie des données utiles d'une salve. Cette caractéristique permet de pouvoir émettre rapidement des données utiles dans le reste de la salve sans devoir attendre l'intervalle de temps suivant.

D'autres modes de mise en œuvre sont envisageables. En effet, dans
20 toute structure de trame il est prévu d'émettre des salves isolées, notamment à chaque changement de canal logique (se produisant notamment à chaque retournement, c'est-à-dire passage d'une phase de réception à une phase d'émission du terminal), à chaque changement de fréquence RF (lorsqu'une fonctionnalité de saut de fréquence est mise en œuvre par le système), à
25 chaque changement de palier de puissance d'émission, ou encore dans d'autres cas particuliers qu'il serait trop long de détailler ici.

La figure 7 montre un exemple de telle trame isolée comprenant, avant la séquence de synchronisation 52, une séquence de CAG référencée 55 qui est émise par un premier équipement (terminal mobile ou station de base) pour
30 permettre la commande dynamique, par un second équipement respectivement station de base ou terminal mobile avec lequel le premier équipement communique, de la puissance d'émission de son récepteur (voir plus haut). Dans cet exemple, la séquence 52 et la séquence 55 ne durent que de 1 à 3

ms chacune. Les autres parties de la salve sont inchangées par rapport à la salve de la figure 6. La séquence de données utiles 53 peut toutefois être plus courte que dans le cas d'une salve normale selon la figure 6.

5 Selon un mode de mise en œuvre particulièrement avantageux, on utilise une partie de ces salves isolées pour permettre au dispositif d'apprentissage 34 de l'émetteur radiofréquence 32 d'exécuter un algorithme d'apprentissage du dispositif de linéarisation 33. Dans l'exemple de la figure 7, la séquence de linéarisation est par exemple comprise dans la séquence de CAG précitée.

10 Il est ainsi possible d'utiliser le temps nécessaire à l'émission de la séquence d'apprentissage à d'autres fins comme par exemple le réglage de la CAG en réception, selon le procédé qui a été évoqué plus haut en regard du schéma de la figure 1. Avantageusement, la valeur des symboles de la séquence de CAG n'est soumise à aucune contrainte (la séquence de CAG
15 doit simplement être connue du réseau fixe). Il y a donc toute liberté pour choisir les symboles de la séquence, ou du moins une partie des symboles de la séquence, de manière que ces symboles forment une séquence d'apprentissage satisfaisante.

20 Selon un autre avantage, la récurrence de la séquence de CAG est adaptée aux besoins de l'apprentissage du dispositif de linéarisation 33. En effet, la séquence de CAG comme la séquence d'apprentissage sont de préférence émises en début de trame, puis lors d'un changement de canal logique, lors d'un changement de fréquence RF et/ou lors d'un changement de palier de puissance. C'est pourquoi il est particulièrement avantageux de
25 combiner ces séquences (ces séquences ne formant qu'une seule et unique séquence, ou l'une d'elles étant incluse dans l'autre), et de les émettre de préférence comme indiqué ci-dessus.

30 Selon un autre avantage, la séquence de CAG se situe au plus près de la rampe de montée en puissance du signal, par exemple, juste à la suite de cette rampe. De cette manière, l'apprentissage du dispositif de linéarisation peut être réalisé au plus vite et ainsi perturber la transmission le moins longtemps possible.

Dans tous les modes de mise en œuvre, il est préférable que la longueur de la séquence d'apprentissage soit telle qu'elle n'occupe pas une trop grande portion de la salve afin de garder un maximum de symboles pour la diffusion d'informations utiles. Cette durée dépend évidemment de la précision recherchée pour l'algorithme d'apprentissage mais un compromis entre précision et durée s'avère souvent nécessaire afin de conserver un maximum d'informations utiles dans la salve. Un compromis raisonnable est atteint lorsqu'elle représente environ 5% de la durée totale de la salve. Dans le cas d'une salve de 20 ms transmise à un taux binaire de 8 ksymboles/s, la durée d'une séquence d'apprentissage de $N=10$ symboles est ainsi égale à 1,25 ms soit 6,25% de la durée totale de la trame.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'apprentissage d'un dispositif de linéarisation d'un amplificateur radiofréquence (31) qui est compris dans un émetteur radiofréquence (30) d'un premier équipement (figure 1) d'un système de radiocommunications, lequel émetteur est adapté pour émettre des salves
5 selon une structure de trame déterminée, chaque salve comprenant des symboles appartenant à un alphabet de symboles déterminé, le procédé comprenant les étapes consistant à :

a) générer une séquence d'apprentissage de linéarisation (figure 5) comprenant un nombre déterminé N de symboles, où N est un nombre entier
10 déterminé ;

b) émettre la séquence d'apprentissage de linéarisation au moyen de l'émetteur dans certaines au moins des salves émises par celui-ci ;

c) comparer la séquence d'apprentissage de linéarisation émise à la
séquence d'apprentissage de linéarisation générée afin d'entraîner ledit
15 dispositif de linéarisation,

caractérisé en ce que au moins un nombre déterminé N1 de symboles de la séquence d'apprentissage de linéarisation transmis en premier, où N1 est un nombre entier déterminé inférieur ou égal à N, appartiennent à un sous-alphabet de symboles compris dans ledit alphabet de symboles, ledit sous-
20 alphabet de symboles étant constitué de symboles qui, isolément ou en combinaison, donnent à la salve un spectre plus étroit que ledit alphabet de symboles dans son ensemble.

2. Procédé selon la revendication 1, suivant lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation comprend un nombre déterminé N2 d'autres
25 symboles émis en dernier dont certains au moins appartiennent à l'alphabet de symboles exclu ledit sous-alphabet de symboles, ou N2 est un nombre entier inférieur à N.

3. Procédé selon la revendication 2, suivant lequel une majorité ou la totalité desdits N2 autres symboles émis en dernier appartiennent à l'alphabet
30 de symboles exclu ledit sous-alphabet de symboles.

4. Procédé selon la revendication 2 ou la revendication 3, suivant lequel $N1+N2=N$.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel le nombre N est fixé.

5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation n'occupe qu'une partie seulement de la salve dans laquelle elle est émise.

7. Procédé selon la revendication 6, suivant lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation occupe environ 5% de la durée de la salve
10 dans laquelle elle est émise.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation est émise en début de trame.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation est émise en outre
15 lors d'un changement de canal logique, d'un changement de fréquence et/ou d'un changement de palier de puissance du terminal mobile.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel la séquence d'apprentissage est comprise dans ou comprend
20 une séquence de symboles prévue en outre pour permettre la commande dynamique du gain d'un amplificateur à gain variable d'un récepteur radiofréquence d'un second équipement du système de radiocommunication avec lequel ledit premier équipement communique.

11. Dispositif d'apprentissage d'un dispositif de linéarisation (33) d'un
25 amplificateur radiofréquence (31) d'un émetteur radiofréquence (30) qui est compris dans un premier équipement (figure 1) d'un système de radiocommunications, lequel émetteur est adapté pour émettre des salves selon une structure de trame déterminée, chaque salve comprenant des symboles appartenant à un alphabet de symboles déterminé, le dispositif
30 comprenant :

a) des moyens (300,10,20) pour générer une séquence d'apprentissage de linéarisation (Figure 5) comprenant un nombre déterminé N de symboles, où N est un nombre entier déterminé ;

5 b) des moyens (300,30) pour émettre la séquence d'apprentissage de linéarisation au moyen de l'émetteur dans certaines au moins des salves émises par celui-ci ;

c) des moyens (300,34) pour comparer la séquence d'apprentissage de linéarisation émise à la séquence d'apprentissage de linéarisation générée afin d'entraîner ledit dispositif de linéarisation,

10 caractérisé en ce que au moins un nombre déterminé N1 de symboles de la séquence d'apprentissage de linéarisation transmis en premier, où N1 est un nombre entier déterminé inférieur ou égal à N, appartiennent à un sous-alphabet de symboles compris dans ledit alphabet de symboles, ledit sous-alphabet de symboles étant constitué de symboles qui, isolément ou en
15 combinaison, donnent à la salve un spectre plus étroit que ledit alphabet de symboles dans son ensemble.

12. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation comprend un nombre déterminé N2 d'autres symboles émis en dernier dont certains au moins appartiennent à l'alphabet de
20 symboles exclu ledit sous-alphabet de symboles, ou N2 est un nombre entier inférieur à N.

13. Dispositif selon la revendication 12, dans lequel une majorité ou la totalité desdits N2 autres symboles émis en dernier appartiennent à l'alphabet de symboles exclu ledit sous-alphabet de symboles.

25 14. Dispositif selon la revendication 12 ou la revendication 13, dans lequel $N1+N2=N$.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel le nombre N est fixé.

30 16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, dans lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation n'occupe qu'une partie seulement de la salve dans laquelle elle est émise.

17. Dispositif selon la revendication 16, dans lequel la séquence d'apprentissage de linéarisation occupe environ 5% de la durée de la salve dans laquelle elle est émise.

5 18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 17, dans lequel lesdits moyens pour émettre sont adaptés pour émettre la séquence d'apprentissage de linéarisation en début de trame.

10 19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 18, dans lequel lesdits moyens pour émettre sont adaptés pour émettre la séquence d'apprentissage de linéarisation lors d'un changement de canal logique, d'un changement de fréquence et/ou d'un changement de palier de puissance du terminal mobile.

15 20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la séquence d'apprentissage est comprise dans ou comprend une séquence de symboles prévue en outre pour permettre la commande dynamique du gain d'un amplificateur à gain variable d'un récepteur radiofréquence d'un second équipement du système de radiocommunications avec lequel ledit premier équipement communique.

20 21. Terminal mobile d'un système de radiocommunications, comprenant un émetteur radiofréquence (30) ayant un amplificateur radiofréquence et un dispositif de linéarisation (33) de l'amplificateur radiofréquence, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif d'apprentissage du dispositif de linéarisation selon l'une quelconque des revendications 11 à 20.

25 22. Station de base d'un système de radiocommunications comprenant un émetteur radiofréquence ayant un amplificateur radiofréquence et un dispositif de linéarisation de l'amplificateur radiofréquence, caractérisé en ce qu'elle comprend en outre un dispositif d'apprentissage du dispositif de linéarisation selon l'une quelconque des revendications 11 à 20.

30 23. Séquence d'apprentissage de linéarisation (figure 5) destinée à être émise au moyen d'un émetteur radiofréquence (30) d'un terminal mobile (figure 1) ou d'une station de base d'un système de radiocommunications

lequel émetteur est adapté pour émettre des salves selon une structure de trame déterminée, la séquence d'apprentissage de linéarisation comprenant un nombre déterminé N de symboles, où N est un nombre entier déterminé, ces symboles appartenant à un alphabet de symboles déterminé, caractérisé en ce

5 que au moins un nombre déterminé N_1 de symboles de la séquence d'apprentissage de linéarisation transmis en premier, où N_1 est un nombre entier déterminé inférieur ou égal à N , appartiennent à un sous-alphabet de symboles compris dans ledit alphabet de symboles, ledit sous-alphabet de symboles étant constitué de symboles qui, isolément ou en combinaison,

10 donnent à la salve dans laquelle la séquence d'apprentissage de linéarisation est émise un spectre plus étroit que ledit alphabet de symboles dans son ensemble.

24. Séquence selon la revendication 23 comprenant en outre un nombre déterminé N_2 d'autres symboles émis en dernier, dont certains au moins

15 appartiennent à l'alphabet de symboles exclu ledit sous-alphabet de symboles, ou N_2 est un nombre entier inférieur à N .

25. Séquence selon la revendication 24, dans laquelle une majorité ou la totalité desdits N_2 autres symboles émis en dernier appartiennent à l'alphabet de symboles exclu ledit sous-alphabet de symboles.

20 26. Séquence selon la revendication 24 ou la revendication 25, dans laquelle $N_1 + N_2 = N$.

27. Séquence selon l'une quelconque des revendications 23 à 26, dans laquelle le nombre N est fixé.

25 28. Séquence selon l'une quelconque des revendications 23 à 27, dans laquelle l'alphabet de symboles est l'alphabet $\{-3, -1, +1, +3\}$ des symboles de la modulation dite F4FM.

29. Séquence selon la revendication 28, dans laquelle les N_1 symboles transmis en premier appartiennent au sous-alphabet $\{-1, +1\}$.

30 30. Séquence selon la revendication 24 et l'une des revendications 28 et 29, dans laquelle les N_2 symboles transmis en dernier appartiennent en majorité voire en totalité au sous-alphabet $\{-3, +3\}$.

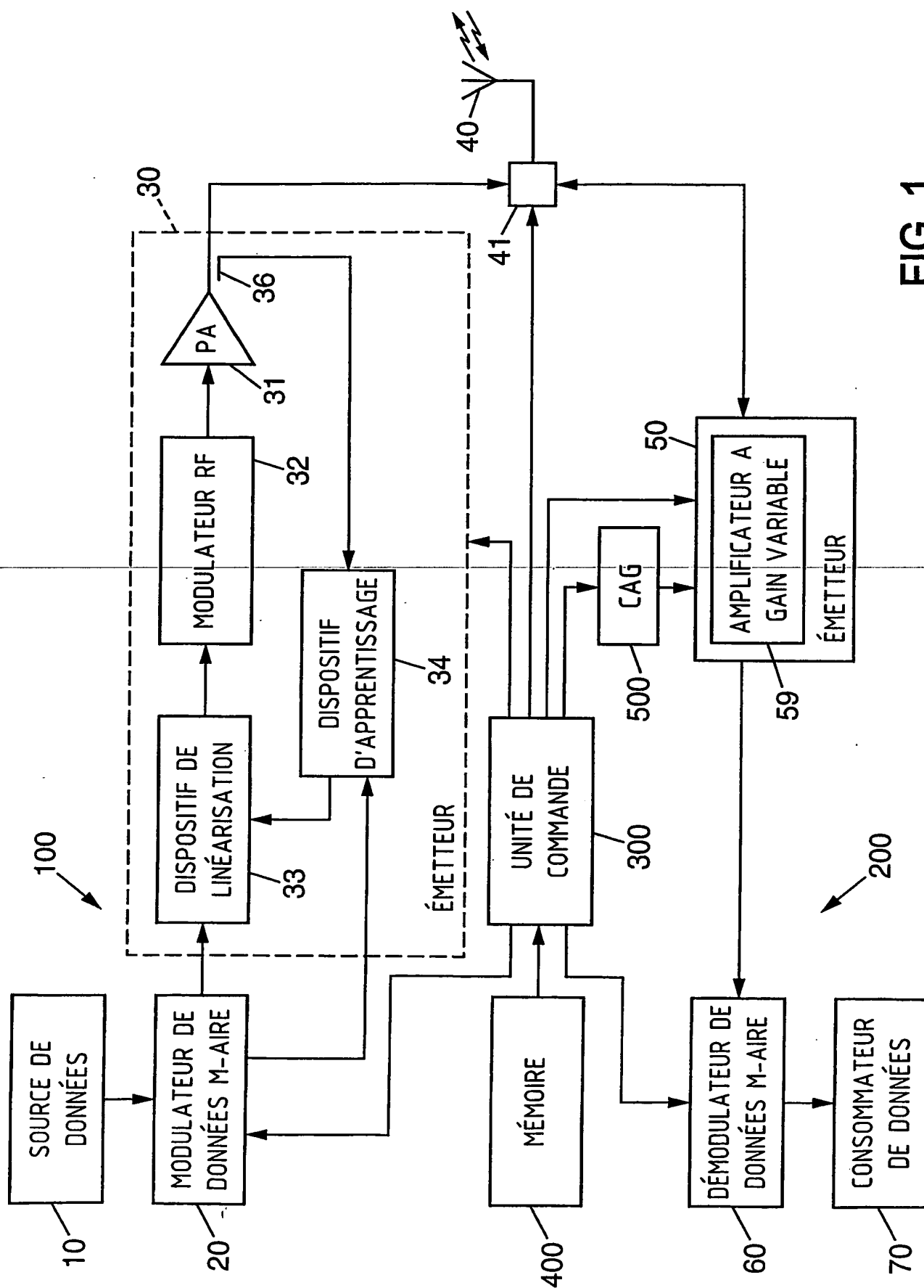


FIG. 1

Bits en entrée ([MSB LSB])		Symbole en sortie
[0 0]	→	+ 1
[0 1]	→	- 1
[1 0]	→	+ 3
[1 1]	→	- 3

FIG. 2

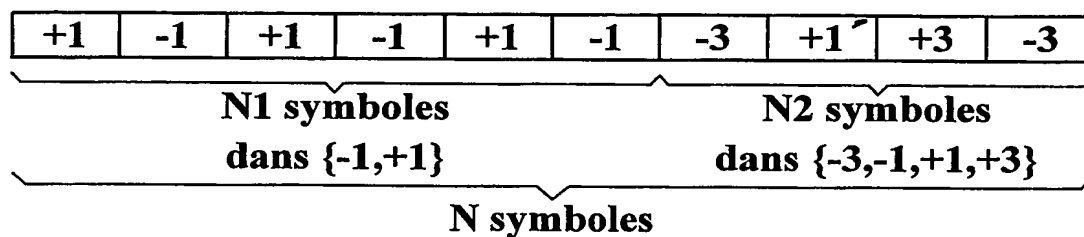


FIG. 5

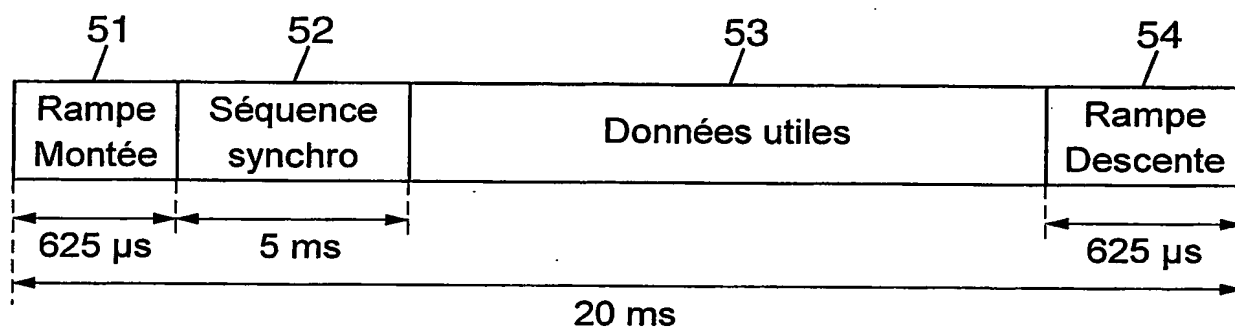


FIG. 6

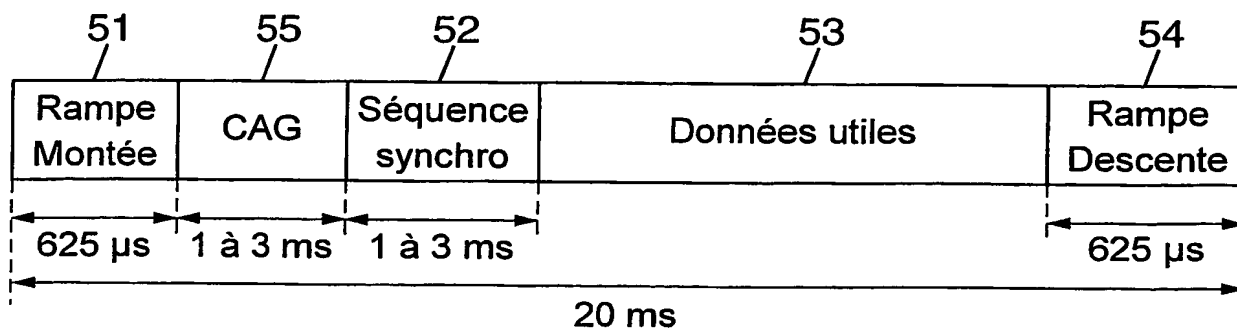


FIG. 7

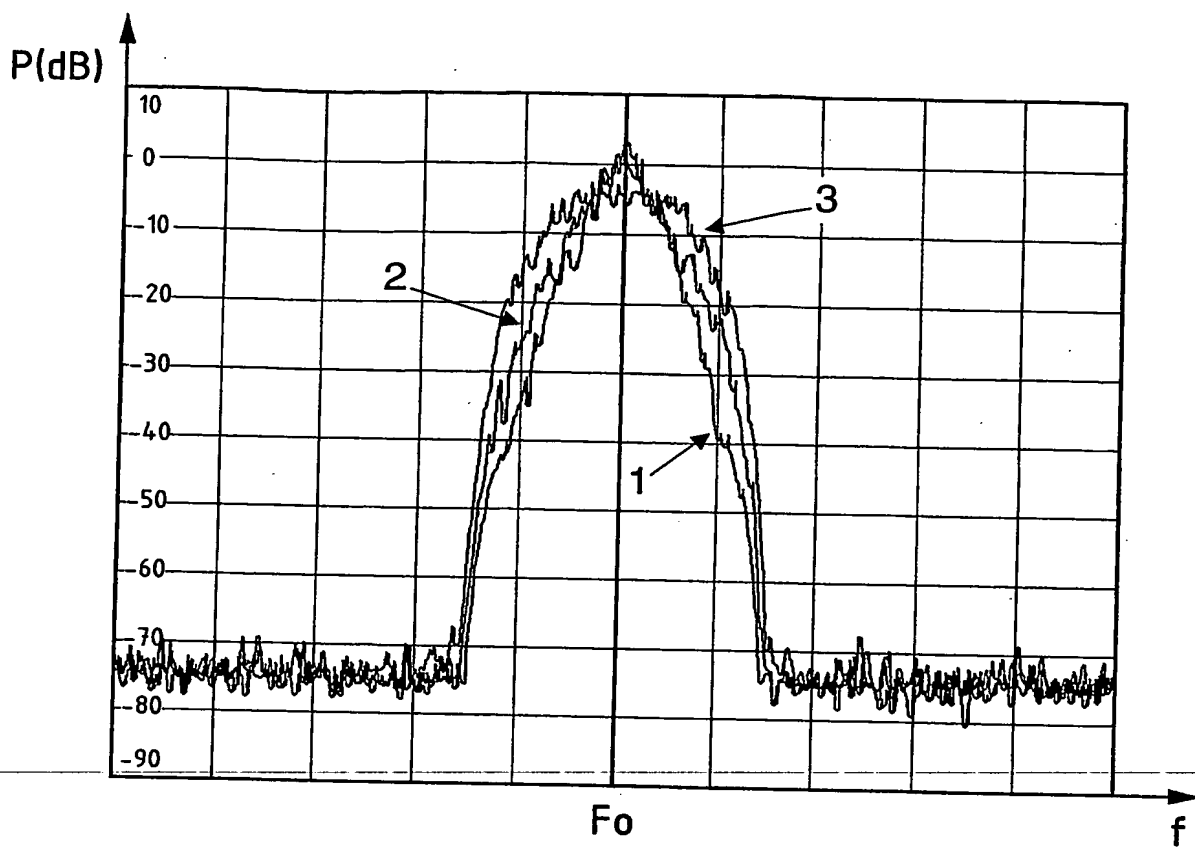


FIG. 3

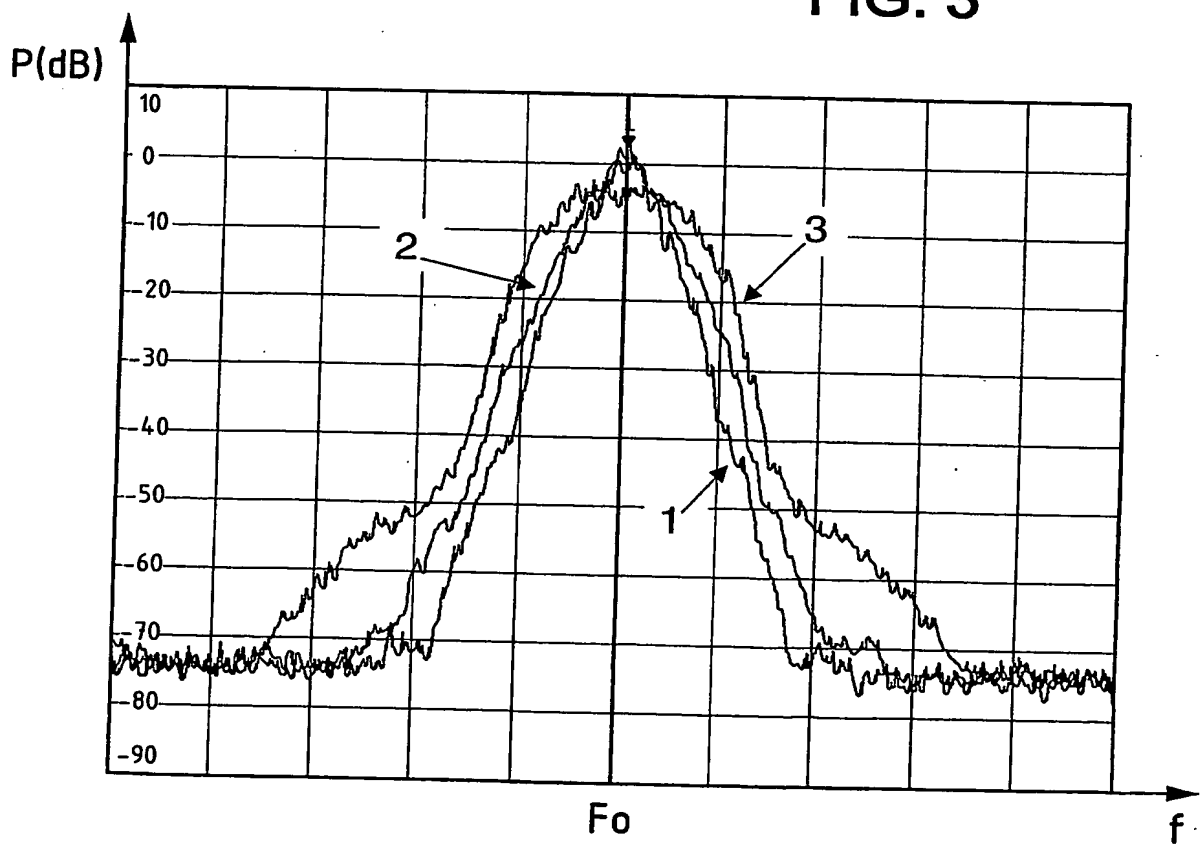


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L27/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L H03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 066 923 A (GAILUS PAUL H ET AL) 19 November 1991 (1991-11-19) column 4, line 53 -column 5, line 35 figures 1,3,4	1-30
A	WO 94 10765 A (BOSCOVIC DRAGAN; HEUVEL ANTHONY PATRICK V D (GB); VALENTINE STEPHE) 11 May 1994 (1994-05-11) cited in the application abstract page 6, line 27 -page 7, line 23 figures 2,4	1-30

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 March 2004

Date of mailing of the international search report

30/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marselli, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03134

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5066923	A	19-11-1991	AT 156314 T	15-08-1997
			AU 642610 B2	21-10-1993
			AU 3525593 A	13-05-1993
			AU 636807 B2	06-05-1993
			AU 8903391 A	26-05-1992
			CA 2069513 A1	01-05-1992
			CN 1061123 A , B	13-05-1992
			DE 69127069 D1	04-09-1997
			DE 69127069 T2	19-02-1998
			EP 0507926 A1	14-10-1992
			ES 2104732 T3	16-10-1997
			JP 2811961 B2	15-10-1998
			JP 5504454 T	08-07-1993
			KR 9605373 B1	24-04-1996
			WO 9208280 A1	14-05-1992
WO 9410765	A	11-05-1994	GB 2272133 A	04-05-1994
			AT 407814 B	25-06-2001
			AT 901693 A	15-10-2000
			AU 664497 B2	16-11-1995
			AU 5149493 A	24-05-1994
			BR 9305710 A	31-12-1996
			CA 2126987 A1	11-05-1994
			CN 1089415 A , B	13-07-1994
			DE 4395427 C2	27-07-2000
			DE 4395427 T0	01-12-1994
			DK 79394 A	01-07-1994
			WO 9410765 A1	11-05-1994
			EP 0619927 A1	19-10-1994
			ES 2098185 A1	16-04-1997
			FI 943189 A	01-07-1994
			GR 3032966 T3	31-07-2000
			HK 1000750 A1	24-04-1998
			HU 68149 A2	29-05-1995
			IL 107253 A	12-09-1996
			IN 187365 A1	06-04-2002
			NL 194188 B	02-04-2001
			NL 9320020 T	01-11-1994
			PL 304341 A1	09-01-1995
			PT 619927 T	28-04-2000
			RU 2109403 C1	20-04-1998
			SE 516994 C2	02-04-2002
			SE 9402325 A	29-08-1994
			TR 28221 A	21-03-1996
			US 5559807 A	24-09-1996

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/TR 03/03134

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04L27/36

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04L H03F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 066 923 A (GAILUS PAUL H ET AL) 19 novembre 1991 (1991-11-19) colonne 4, ligne 53 -colonne 5, ligne 35 figures 1,3,4	1-30
A	WO 94 10765 A (BOSCOVIC DRAGAN ;HEUVEL ANTHONY PATRICK V D (GB); VALENTINE STEPHE) 11 mai 1994 (1994-05-11) cité dans la demande abrégé page 6, ligne 27 -page 7, ligne 23 figures 2,4	1-30

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/03/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Marselli, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 03/03134

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5066923	A	19-11-1991	AT 156314 T	15-08-1997
			AU 642610 B2	21-10-1993
			AU 3525593 A	13-05-1993
			AU 636807 B2	06-05-1993
			AU 8903391 A	26-05-1992
			CA 2069513 A1	01-05-1992
			CN 1061123 A ,B	13-05-1992
			DE 69127069 D1	04-09-1997
			DE 69127069 T2	19-02-1998
			EP 0507926 A1	14-10-1992
			ES 2104732 T3	16-10-1997
			JP 2811961 B2	15-10-1998
			JP 5504454 T	08-07-1993
			KR 9605373 B1	24-04-1996
			WO 9208280 A1	14-05-1992
WO 9410765	A	11-05-1994	GB 2272133 A	04-05-1994
			AT 407814 B	25-06-2001
			AT 901693 A	15-10-2000
			AU 664497 B2	16-11-1995
			AU 5149493 A	24-05-1994
			BR 9305710 A	31-12-1996
			CA 2126987 A1	11-05-1994
			CN 1089415 A ,B	13-07-1994
			DE 4395427 C2	27-07-2000
			DE 4395427 T0	01-12-1994
			DK 79394 A	01-07-1994
			WO 9410765 A1	11-05-1994
			EP 0619927 A1	19-10-1994
			ES 2098185 A1	16-04-1997
			FI 943189 A	01-07-1994
			GR 3032966 T3	31-07-2000
			HK 1000750 A1	24-04-1998
			HU 68149 A2	29-05-1995
			IL 107253 A	12-09-1996
			IN 187365 A1	06-04-2002
			NL 194188 B	02-04-2001
			NL 9320020 T	01-11-1994
			PL 304341 A1	09-01-1995
			PT 619927 T	28-04-2000
			RU 2109403 C1	20-04-1998
			SE 516994 C2	02-04-2002
			SE 9402325 A	29-08-1994
			TR 28221 A	21-03-1996
			US 5559807 A	24-09-1996

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.